

# OPTICAL INTENSITY CONVERTING ELEMENT AND OPTICAL STORAGE DEVICE

**Publication number:** JP2000089161

**Publication date:** 2000-03-31

**Inventor:** TAWA FUMIHIRO; HASEGAWA  
SHINYA

**Applicant:** FUJITSU LTD

**Classification:**





**- international:** *G02B13/00; G02B3/04; G02B27/09;  
G11B7/125; G11B7/135;  
G02B13/00; G02B3/02; G02B27/09;  
G11B7/125; G11B7/135; (IPC1-7):  
G02B27/09; G02B13/00*

**- European:** *G02B3/04; G02B27/09;  
G11B7/125D; G11B7/135F*

**Application number:** JP19980260281 19980914

**Priority number(s):** JP19980260281 19980914

**Also published as:**

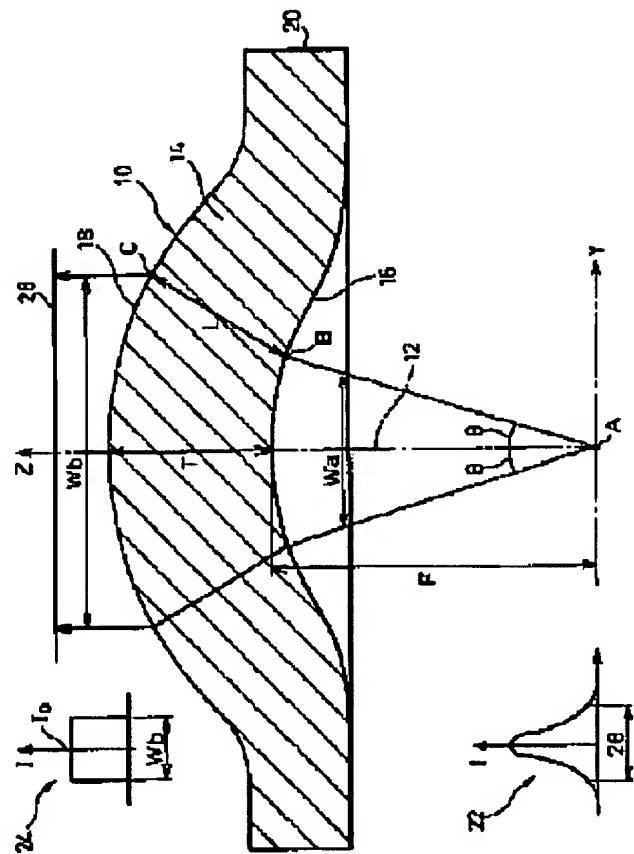
 EP0987577 (A2)  
 US6356395 (B1)  
 EP0987577 (A3)  
 CN1196953C (C)

**Report a data error here**

## Abstract of JP2000089161

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To convert a prescribed light intensity distribution to a desired light intensity distribution and to reduce wave front aberration and the spot diameter of beams for an optical intensity converting element and an optical disk device. **SOLUTION:** This device is provided with a body 14 having a central axis line 12, a first curved surface 16 which is extended in a lateral direction with respect to the line 12, a second curved surface 18 which is extended in a lateral direction with respect to the line 12, and an external peripheral surface 20 which is extended between the surfaces 16 and 18. One of the surfaces 16 and 18 has at least a concaved surface shape in the vicinity of the central section and the other surface has at least a projected surface shape in

the vicinity of the central section. At least one of the incident and emitting light beams are diverging light beams and/or converging light beams. It is made suitable so that light beams are made incident on the body 14 from the surface 16 and emitted from the surface 18. The light intensity distribution of the emitted light beams is made different from the light intensity distribution of the incident light beams.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-89161  
(P2000-89161A)

(43) 公開日 平成12年3月31日 (2000.3.31)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
G 0 2 B 27/09  
13/00

識別記号

F I  
G 0 2 B 27/00  
13/00

テマコード\* (参考)

E 2 H 0 8 7

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平10-260281

(22) 出願日 平成10年9月14日 (1998.9.14)

(71) 出願人 000003223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号

(72) 発明者 田和 文博

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(72) 発明者 長谷川 信也

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番  
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 10007/517

弁理士 石田 敬 (外3名)

最終頁に続く

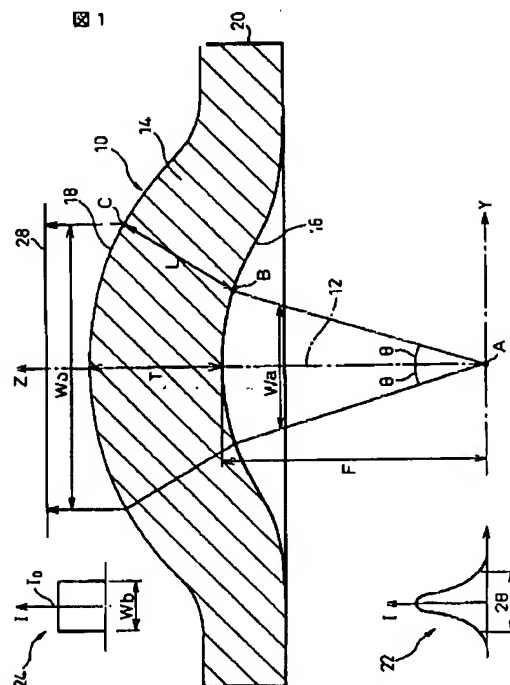
(54) 【発明の名称】 光強度変換素子及び光記憶装置

(57) 【要約】

【課題】 光強度変換素子及び光ディスク装置に関し、所定の光強度分布を所望の光強度分布に変換することができ、よって波面収差を小さくでき、ビームのスポット径を小さくできるようにすることを目的とする。

【解決手段】 中心軸線12と、該中心軸線に対して横方向に延びる第1の曲面表面16と、該中心軸線に対して横方向に延びる第2の曲面表面18と、該第1の曲面表面と該第2の曲面表面との間に延びる外周面20とを有するボディ14とを備え、該第1及び第2の曲面表面の一方は中央付近に少くともへこみ面形状を有し、他方は中央付近に少くとも突面形状を有し、入射光及び出射光の少なくとも一方は発散光及び/又は収束光であり、光が該第1の曲面表面から該ボディに入射し、該第2の曲面表面から出射するのに適し、出射光の光強度分布は入射光の光強度分布とは異なるようにした構成とする。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 中心軸線と、該中心軸線に対して横方向に延びる第1の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第2の曲面表面と、該第1の曲面表面と該第2の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディとを備え、該第1及び第2の曲面表面の一方は中央付近に少くともへこみ面形状を有し、他方は中央付近に少くとも突面形状を有し、入射光及び出射光の少なくとも一方は発散光及び／又は収束光であり、光が該第1の曲面表面に入射し、該第2の曲面表面から出射するまでに受ける屈折により、出射光の光強度分布と入射光の光強度分布とが異なるようにしたことを特徴とする光強度変換素子。

【請求項2】 該第1の曲面表面及び／又は該第2の曲面表面は傾きに変曲点を有することを特徴とする請求項1に記載の光強度変換素子。

【請求項3】 発散光を入射して平行光を出射するものであって、入射瞳の大きさより出射瞳の大きさが大きいことを特徴とする請求項1に記載の光強度変換素子。

【請求項4】 ガウス型光強度分布を有する発散光を入射して中心部は強度を下げ、周辺部は強度を上げた光強度分布を有する平行光を出射するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の光強度変換素子。

【請求項5】 ガウス型光強度分布を有する平行光を入射して中心部は強度を下げ、周辺部は強度を上げた光強度分布を有する収束光を出射するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の光強度変換素子。

【請求項6】 入射光の光強度分布の対称軸と同じ対称軸をもつ断面形状であることを特徴とする請求項1に記載の光強度変換素子。

【請求項7】 第1及び第2の曲面は中心軸に対し回転対称であることを特徴とする請求項1に記載の光強度変換素子。

【請求項8】 第1の広角をもった発散光を入射して第1の広角とは異なる第2の広角をもった発散光を出射するようにしたことを特徴とする請求項1に記載の光強度変換素子。

【請求項9】 光源と、コリメートレンズと、対物レンズとを備え、該コリメートレンズ及び／又は該対物レンズは光強度変換素子として形成され、該光強度変換素子は、中心軸線と、該中心軸線に対して横方向に延びる第1の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第2の曲面表面と、該第1の曲面表面と該第2の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディとを備え、該第1及び第2の曲面表面の一方は中央付近に少くともへこみ面形状を有し、他方は中央付近に少くとも突面形状を有し、入射光及び出射光の少なくとも一方は発散光及び／又は収束光であり、光が該第1の曲面表面に入射し、該第2の曲面表面から出射するまでに受ける屈折により、出射光の光強度分布と入射光の光強度分布とが異なる

構成のものであることを特徴とする光記憶装置。

【請求項10】 該光源と該コリメートレンズとの間に透明平板が配置され、該コリメートレンズは該光強度変換素子として形成され、該透明平板は光軸に対して傾けることができるように配置されており、該透明平板を傾けることで対物レンズ後の結像点での波面収差を補正することを特徴とする請求項9に記載の光記憶装置。

【請求項11】 該コリメートレンズは該光強度変換素子として形成され、該光強度変換素子からの出射開口径が対物レンズの有効径と異なることを特徴とする請求項9に記載の光記憶装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は入射光の光強度分布を変換して出射することのできる光強度変換素子及びそのような光強度変換素子を用いた光記憶装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光記憶装置で用いる光学系は、レーザ光源と、コリメートレンズと、対物レンズとを備えている。そのような光学系では、光ディスク装置の高密度化のため、ビームのスポット径をにより一層小さくすることが要求され、また転送速度の改善のために光量をより一層増大することが要求されている。

【0003】スポット径を小さくするために、これまでの光学系では、対物レンズの高NA化、又はレーザ波長の短波長化の努力がされてきた。ところが、対物レンズの高NA化は収差の発生が大きくなる傾向がある。また、レーザ波長の短波長化は、レーザ光源の問題であって、光ディスク装置の改善で行えることではない。光量の増大については、これもまた高出力レーザの開発を待つ必要がある。

【0004】ところで光学理論において光線束を集光するとき、ガウス型光強度分布をしている光線束よりも均一な光強度分布をしている光線束の方が、スポット径を小さくでき、回折限界に近いスポット径を得ることができる知られている。この効果は、同じNAの対物レンズを用いた場合、使用しているレーザの波長より数十nm短いレーザを使用してスポット径を得ることと同等である。

【0005】しかし一般に光線束の波面上の光強度分布はガウス型をしているため、対物レンズに入射する光線束の開口が制限され、光線束のうちの略均一とみなせる光軸近傍の領域の光だけを対物レンズに入射させることで、可能な限りスポット径を小さくする努力がされている。これは当然ながら開口径外の光量は利用しないため、光源からの光の利用効率は低くなる。また光の利用効率を高めるために均一とみなせない領域まで開口径を広げると、ビームのスポット径は均一な光強度分布の場合より太くなる。このように、一般に光学系の光強度均一性と光量損は二律背反的な関係にあった。

【0006】そこで、本願の先願である特願平10-57003号は、ガウス型の光強度分布をもった平行光を均一な光強度分布をもった平行光に変換する光強度変換素子を提案した。この光強度変換素子は、レーザ光源と、コリメートレンズと、対物レンズとからなる光ディスク装置において、コリメートレンズと対物レンズとの間に配置されることができる。それによって、対物レンズは、均一な光強度分布をもった平行光を受け、小さなスポット径を実現することができる。しかし、この光強度変換素子は、光ディスク装置の追加部品となっていた。

【0007】特開昭63-188115号公報は2枚のレンズを用いてガウス型の光強度分布を有する光束を均一な光強度分布を有する光束に変換できるビーム成形光学装置を開示している。この従来技術では、2枚のレンズともに正弦条件を満たさないように構成していたが、そうすると製造の加工公差が大きい。そこで、一方のレンズが正弦条件を満たさず、他方のレンズが正弦条件を満たすようにして、製造の加工公差を低減するようにしている。しかし、この従来技術では、球面収差を利用して光強度分布を変換しているので、最終的に波面収差の発生は避けられず、光ディスク装置などに用いる微小光学系の部品としては適していない。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、所定の光強度分布を所望の光強度分布に変換することができる、よって波面収差を小さくでき、ビームのスポット径を小さくできる光強度変換素子及びそのような光強度変換素子を用いた光記憶装置を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による光強度変換素子は、中心軸線と、該中心軸線に対して横方向に延びる第1の曲面表面と、該中心軸線に対して横方向に延びる第2の曲面表面と、該第1の曲面表面と該第2の曲面表面との間に延びる外周面とを有するボディとを備え、該第1及び該第2の曲面表面の一方は中央付近に少くともへこみ面形状を有し、他方は中央付近に少くとも突面形状を有し、入射光及び出射光の少なくとも一方は発散光及び／又は収束光であり、光が該第1の曲面表面から入射し、該第2の曲面表面から出射するまでに受ける屈折により、出射光の光強度分布は入射光の光強度分布とが異なるようにしたことを特徴とするものである。

【0010】この光強度変換素子は、例えばガウス型の光強度分布をもった入射光を均一な光強度分布をもった出射光として取り出すことができる。本発明による光記憶装置は、この光強度変換素子が、コリメートレンズ及び／又は対物レンズとして使用されるようにしたものである。この光強度変換素子を例えば光ディスク装置のコリメートレンズとして使用すると、対物レンズは均一な光強度分布をもった光を受けて、より小さいスポット径

を実現することができる。また、この光強度変換素子を例えば光記憶装置の対物レンズとして使用すると、この対物レンズは、光強度分布を変換する機能と、対物レンズとしての集光機能とを有する。

【0011】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施例について説明する。図1は本発明の第1実施例による光強度変換素子10を示し、図2は図1の光強度変換素子10に類似する光強度変換素子10及びそれを通る複数の微小な光路を示す図である。

【0012】図1及び図2において、光強度変換素子10は、中心軸線12を有する透明なボディ14からなる。ボディ14は等方性屈折率を有する透明な材料（例えばガラス）で作られている。ボディ14は、中心軸線12に対して横方向に延びる第1の曲面表面16と、第1の曲面表面16の反対側にあつて同様に中心軸線12に対して横方向に延びる第2の曲面表面18と、第1の曲面表面16と第2の曲面表面18との間に延びる外周面20とを有する。

【0013】図1及び図2においては、A点は発光点を示し、B点は第1の曲面表面16への入射点を示し、C点は第2の曲面表面18からの出射点を代表的に示す。発光点Aを通るZ軸を光軸とし、紙面に平行な方向をY軸、紙面に垂直な方向をX軸としている。Tは光軸上の光強度変換素子10の厚さ、Lは光強度変換素子10中の特定の光路の長さである。発光点Aは例えばレーザであつて、Z軸に回転対称なガウス型光強度分布22を有する発散光を放射する。光強度変換素子10はZ軸に回転対称な形状をした屈折率nの光学素子である。図2においては、発光点Aと光強度変換素子10との間にZ軸に垂直に屈折率n'の平行平板26を配置している。この平行平板26はレーザのカバーガラスとして使用可能である。

【0014】第1の曲面表面16は概略浅くて丸い凹面であり、第2の曲面表面18は概略丸い凸面である。第1及び第2の曲面表面16、18の傾きはそれぞれボディ14の中心部から半径方向外方にいくに従ってゼロから次第に大きくなり、ある値に達するとそれから次第に小さくなっていく。すなわち、第1及び第2の曲面表面16、18は傾きに変曲点を有する（後で説明する図5参照）。

【0015】この光強度変換素子10は、第1の曲面表面16及び第2の曲面表面18における屈折により、出射光の光強度分布が入射光の光強度分布とは異なるようになっている。実施例においては、ガウス型光強度分布22を有する発散光が第1の曲面表面16からボディ14に入射し、ボディ14を通過した光は均一な光強度分布24を有する平行光として第2の曲面表面18から出射するようになっている。

【0016】第2の曲面表面18の傾きはC点から出射

する光線がZ軸と平行に進行するように決められている。また発光点Aから、C点の先にあつてZ軸に垂直な面28までの光線光路長が微小な光路ごとに等しくなるようにしている。従つて、このこの光強度変換素子10は発光点Aの光の光強度分布を変更するだけでなく、コリメートレンズの働きもする。

【0017】光強度変換素子10の入射開口径がWaで示され、出射開口径がWbで示されている。発光点Aの入射開口径Waに対する放射角が $\theta$ で示されている。光強度変換素子10の設計においては、ガウス型光強度分布22を有する発散光について、入射開口径Wa（放射角 $\theta$ 内）内の全光量Qを求める。全入射光量と全出射光量とは等しいので、出射光が均一な光強度分布をもつために、出射光の強度を $I_0$ とすると、 $Q = I_0 \times \pi (Wb/2)^2$ になる。すなわち、入射開口径Wa内の全光量を必要とする出射開口の面積で割つて出射光の強度を $I_0$ を得る。出射光が均一な光強度分布になると、光利用効率を最も高くできる。

【0018】ここで第1及び第2の表面16、18の設計について説明すると、入射光について、放射角 $\theta$ を例えば $\theta/k$ ずつk個に分割した同心円状の領域 $\Delta I_1$ 、 $\Delta I_2$ 、 $\sim \Delta I_k$ を形成し、それぞれの同心円状の領域について光量 $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $\sim Q_k$ を求める。それから、出射光について、光量 $Q_1$ 、 $Q_2$ 、 $\sim Q_k$ と同じ光量を有する同心円状の領域 $\Delta O_1$ 、 $\Delta O_2$ 、 $\sim \Delta O_k$ を求める。例えば入射側の領域 $\Delta I_k$ に対する出射側の領域 $\Delta O_k$ の半径 $r_k$ は、 $Q_k = I_0 \times \pi (r_k^2 - r_{k-1}^2)$ により求められる。

【0019】図3は図1及び図2の部分拡大図である。ここでは、図2の平行平板26は省略してあるが、平行平板26があつてもその分を考慮に入れて同様に計算できることは明らかであろう。まず、発光点Aから光強度変換素子10までの距離Fと、光強度変換素子10の厚さTを、データの蓄積及び試験に基づいて定める。発光点Aから中心軸線12に対して角度 $\theta/k$ をなす直線30を引き、直線30と距離Fにおいて中心軸線12に垂直な直線32との交点を $B_1$ とする。距離F+Tにおいて中心軸線12に垂直な直線34と半径 $r_1$ に相当する直線36の交点を $C_1$ とする。点 $B_1$ と点 $C_1$ を結ぶ直線38を引く。

【0020】点 $B_1$ を通り、直線30が入射光の光路となり、直線38が屈折光の光路となるように、第1の曲面表面16の微小部分の傾き $16_1$ を求める。それから、点 $C_1$ を通り、直線38が入射光の光路となり、直線36が屈折光の光路となり且つ中心軸線12と平行になるように、第2の曲面表面18の微小部分の傾き $18_1$ を求める。

【0021】次に、前の計算と同様に、発光点Aから中心軸線12に対して角度 $2\theta/k$ をなす直線40を引き、点 $B_2$ を求め、そして、半径 $r_1 + r_2$ に相当する

直線42を引き、点 $C_2$ を求め、点 $B_2$ と点 $C_2$ を結ぶ直線44を引く。そして、点 $B_2$ を通る第1の曲面表面16の微小部分の傾き $16_2$ 、及び点 $C_2$ を通る第2の曲面表面18の微小部分の傾き $18_2$ を求める。ここで注意すべきは、点 $B_2$ は必ずしも直線32上にあるのではなく、傾き $16_1$ と傾き $16_2$ とが滑らかに連続するように決められる。同様に、点 $C_2$ は傾き $18_1$ と傾き $18_2$ とが滑らかに連続するように決められる。従つて、このような計算を繰り返すことにより、第1の曲面表面16及び第2の曲面表面18の形状を計算することができる。

【0022】前に定めた、発光点Aから光強度変換素子10までの距離Fと、光強度変換素子10の厚さTとは、異なる放射角の光線に対して（Z軸に垂直な面28までの）光線光路長を等しくする条件と、出射光を平行光にするC点の傾きの条件と、B点側とC点側とが連続する曲面となる条件とから計算できる。また、得られた結果から、距離Fと厚さTを変えて、再計算し、所望の条件により適合するようにすることができる。

【0023】このようにして得られた結果の一例が微小な放射角ごとの光路とともに図2に示されている。出射側の第2の曲面表面18側では、光軸付近の中心部の光線間隔は広がり、周辺部での光線間隔は密になる。光強度変換素子10の形状は、発光点Aと素子10の距離F、素子10の厚さT、及び出射開口径Wbによってかなり変わる。これについては図9から図12を参照して後で説明する。

【0024】図4は図2に示された光強度変換素子10の第1及び第2の曲面表面16、18の形状を示す図である。半径はX軸方向又はY軸方向の位置に相当する。図5は図4の第1及び第2の曲面表面16、18の傾きをプロットした図である。第1の曲面表面16は傾きの変曲点Pをもち、第2の曲面表面18は傾きの変曲点Qをもつことが分かる。図4にも、これらの変曲点P、Qに相当する点がP、Qで示されている。光強度分布を変換しながら、発散性の入射光を平行光として出射する光強度変換素子10では、第1及び第2の曲面表面16、18は傾きに変曲点P、Qをもつ。後で説明する例においても、第1及び第2の曲面表面16、18は傾きに変曲点をもつ。なお、本発明では、傾きに変曲点をもつ表面形状にかえて、ボディ14が屈折率分布をもつように形成してもよい。

【0025】図6はレンズにおける正弦法則を示す図である。図6の(A)において、Z軸は光軸方向であり、Z軸上にある物点A点から角度 $\theta_0$ で放射した光線は、B点で素子46に入射し、屈折、偏向され、距離Lだけ素子46内を通過後、C点で屈折、偏向されて出射し、角度 $\theta_1$ でZ軸上にあるD点で結像する。このときのA点は物焦点であり、D点は像焦点である。

【0026】A点で放射した光線の光強度分布がZ軸に

対称としたとき、種々の角度 $\theta_0$ で放射した光線の横倍率値を連続的に変更することで、出射光の光強度分布を入射光の光強度分布と異なるように変換することができる。ここで、入射側の媒体の屈折率は $n$ であり、出射側の媒体の屈折率は $n'$ であるとする、横倍率値 $\beta$ は、 $\beta = (n \sin \theta_0) / (n' \sin \theta_1)$ である。従来、コリメータレンズは正弦条件を満たすように作られていたが、本発明では、コリメータレンズとして使用可能な光強度変換素子10はわざと正弦条件を満たさないように作られているのである。

【0027】また、図6(B)に示すように、物点が無限遠の場合、Z軸に平行に入射する光線の光線高さを $h$ とし、焦点距離を $f$ とすると、 $f = h / (n' \sin \theta_1)$ である。像点における $h / \sin \theta_1$ 値を変更することで入射点の光強度分布と異なる光強度分布に変換する。いずれの場合においても、異なる角度で物点から放射した光線の像点までの光学距離の差は、レイリー極限值以下にするように距離 $l$ とA点とB点の屈折角を選び、素子表面を連続的にしている。

【0028】本発明による光強度変換素子10によれば、所定の光強度分布を任意の連続的な光強度分布に変換でき、軸ずれや厚さなどの加工誤差による波面収差量を小さくできる。また、レンズ作用をもたせることにより、コリメータレンズ等の代用ができることから、光学装置の部品点数を削減できる。光強度変換素子10のボディ14を等方性屈折率をもつようにすることにより光軸に対して対称にでき、屈折で強度分布を変更することから吸収や反射損失を最小限にでき、各光線間の光線光路長を同等にする設計とすることから、スポット径を回折限界まで絞ることができる。

【0029】図7は図1及び図2の光強度変換素子10を含む光ディスク50を示している。光ディスク50は、レーザ光源52と、コリメータレンズ54と、対物レンズ56とを備えている。コリメータレンズ54は図1から図3を参照した説明した光強度変換素子10により構成されている。この場合の利点は上記した通りである。レーザ光源52は典型的にガウス型光強度分布を有する発散光を出射する。レーザ光源52から放射されたレーザ光は、光強度変換素子10からなるコリメータレンズ54によって均一な光強度分布を有する平行光に変換され、対物レンズ56によって絞られてディスク58に入射する。従って、対物レンズ56はより小さなスポット径と、より多くの光量の光でディスク58をスキャンすることができる。

【0030】図8は同様に光強度変換素子10を含む光ディスク50を示している。光ディスク50は、レーザ光源52と、コリメータレンズ54と、対物レンズ56とを備えている。対物レンズ56は後で説明する光強度変換素子10により構成されている。対物レンズ56はより小さなスポット径と、より多くの光量の光でディスク58をスキャンすることができる。

ク58をスキャンすることができる。

【0031】図9から図12は、図1から図3の光強度変換素子10の変形例を示す図である。これらの例は、発光点Aと光強度変換素子10の距離F、及び光強度変換素子10の厚さTを変えたときの光強度変換素子10の形状を示している。図9(A)から(C)は、厚さTが一定で、距離Fを変えたときの光強度変換素子10の形状を示している。平行平板26の厚さは1mmであった。光強度変換素子10の形状は、発光点Aと素子10の距離Fによって異なる。距離Fが小さいほど第1及び第2の曲面表面16、18の湾曲は大きくなる。

【0032】図10(A)から(C)は、距離Fが一定で、厚さTを変えたときの光強度変換素子10の形状を示している。平行平板26の厚さは1mmであった。光強度変換素子10の形状は、光強度変換素子10の厚さTによって異なる。厚さTが小さいほど第1及び第2の曲面表面16、18の湾曲は大きくなる。図11(A)から(B)は、発光点Aと光強度変換素子10の距離F及び光強度変換素子10の厚さTが一定で、出射開口径Wbが異なる例を示す図である。この例では、Fは8.0mm、Tは3.5mmであった。図11(A)における出射開口径Wb1は3mm、図11(B)における出射開口径Wb2は4mmであった。なお、発光点Aの入射開口Waに対する半値全角 $\alpha$ はともに18度であった。なお、図9及び図10の例においても、半値全角 $\alpha$ は18度であった。このように光強度変換素子10の形状にある程度自由度をもたせることができるので、製造精度や、使用する光学系に最適な光強度変換素子10の形状を得ることができる。

【0033】図12(A)から(C)は光強度変換素子10のさらなる変形例を示す図である。図12(C)は発光点Aの発光特性を示す図である。この実施例では、発光点Aは、X軸を長軸とし、Y軸を短軸とした楕円型光強度分布をもつ。この場合、光強度変換素子10のX軸方向の出射開口径Wb1、及びY軸方向の出射開口径Wb2が互いに等しいとすれば、光強度変換素子10の形状は、図12(A)に示されるX軸方向の断面の形状と、図12(B)に示されるY軸方向の断面の形状とは異なる。こうすることによって、楕円型光強度分布をもつ入射光に対して、真円状の均一な光強度分布をもつ平行光を出射することができる。

【0034】図13(A)、(B)は、発光点Aが楕円型光強度分布をもつ場合、光強度変換素子10の形状をZ軸について回転対称とすることにより、出射光のX軸方向の光強度分布とY軸方向の光強度分布とを互いにことなるようにすることができる。例えば、図13(A)では、X軸方向の光強度分布は均一であるが、Y軸方向の光強度分布はドーム状にすることができる。図13(B)では、Y軸方向の光強度分布は均一であるが、X軸方向の光強度分布はボール状になる。

【0035】図14の(A)、(B)、(C)は、変換された光強度分布の種々の例を示す図である。図14(A)は円筒状の形体であらわされる均一な光強度分布である。図14(B)は円筒状の形体に円錐状の形体を組み合わせた中央部で特に強度が高い光強度分布である。図14(C)は円錐状の形体の光強度分布である。本発明では、このように種々の光強度分布をもつ出射光を得ることのできる光強度変換素子10を得ることができる。

【0036】上記実施例は、光強度変換素子10は、波面上でガウス型光強度分布をした発散光を均一な光強度分布をもつ平行光に変換するするコリメート型素子であったが、図15に示される光強度変換素子10は、波面上でガウス型光強度分布をした平行光を波面上で均一な光強度分布をもつ収束光に変換する対物レンズ型素子である。このような光強度変換素子10も、図1から図3を参照して説明したような手順で製作することができる。また、このような光強度変換素子10は図8の対物レンズ56として使用することができる。

【0037】上記実施例では、波面収差がレイリー極限値以下となるように素子形状を決めたが、回折限界まで絞らないような光学系においても、光強度分布を変換する素子の作製に有効であることは述べるまでもない。また、上記実施例では、光強度変換素子10は、単体として構成されていたが、図16に示されるように、2個(又はそれ以上)の構成要素10a、10bで光強度変換素子10を構成すると、波面収差を小さくするために光強度変換素子10全体としての厚さTは比較的に大きい、各構成要素10a、10bの厚さが薄くなり、再策上有利である。また各構成要素10a、10bの片面を平面にすることで製造誤差を小さくでき、また平面による収差を利用することで組み立て誤差も小さくすることができる。また、2個の構成要素10a、10b間の間隔を変えることによって、光強度分布を変えることができる。

【0038】図17は、光源52と、光強度変換素子10で構成されたコリメートレンズ54と、対物レンズ56を用いた光ディスク装置50の実施例を示す図である。対物レンズ56はホルダ56aに支持されている。この実施例によれば、対物レンズ56はコリメートレンズ54(光強度変換素子10)からの均一な光強度分布の平行な光の中に配置されているので、仮に対物レンズ56の位置が56'で示されているようにずれても、対物レンズ56の有効開口径(Wo)の位置ずれが光強度変換素子10の出射開口径(Wb)内で起きるのであれば、均一な光強度と所定の光量の光が対物レンズ56に常に入射する。従って、対物レンズ56は所定の光量で好ましい小さなスポット径を得ることができる。光学系の組み立て精度及び対物レンズ56のシーク駆動精度を大幅に緩和できる。

【0039】図18(A)、(B)は、光源52と、光強度変換素子10と、コリメートレンズ54と、対物レンズ(図示せず)とを備えた光ディスク装置50の実施例を示す。この実施例では、光強度変換素子10は光源52とコリメートレンズ54との間に配置されている。光強度変換素子10は、入射する光束のNA又は広角を変換し、且つ光強度分布を変更している。

【0040】図18(A)においては、光強度変換素子10は、発散光が光強度変換素子10に入射し、発散光がより大きな発散角で光強度変換素子10から出射するように構成されている。図18(B)においては、光強度変換素子10は、発散光が光強度変換素子10に入射し、発散光がより小さな発散角で光強度変換素子10から出射するように構成されている。

【0041】コリメートレンズ54の焦点距離はfで示されている。光源52とコリメートレンズ54との距離は軸精度を維持するために短くできないことが多いが、図18(A)、(B)の構成によって、あたかも光源52とコリメートレンズ54との距離を短くしたかのごとく、コリメートレンズ54で取り込むことのできる光量を増大することができる。従って、光利用率とビーム径を改善することができる。

【0042】図19は、光源52(発光点A)と、透明な平行平板27と、コリメートレンズ54(光強度変換素子10)と、対物レンズ(図示せず)とを備えた光ディスク装置50の実施例を示す。この実施例では、平行平板27は光源52とコリメートレンズ54(光強度変換素子10)との間に配置され、平行平板27は光軸に対して傾けることができるように配置されている。平行平板27を傾けることで対物レンズ後の結像点での波面収差を補正するようになっている。

【0043】発光点Aの正しい位置がA<sub>0</sub>にあり、平行平板27の正しい位置が27'にあるとした場合、発光点Aの位置がずれていると対物レンズ後の結像点での波面収差が大きくなる。そこで、発光点Aの位置のずれに応じて、光路長のずれ量を補正するように、平行平板27を傾けることで、対物レンズ後の結像点での波面収差を補正することができる。

【0044】図20は光源62と光強度変換素子10とを用いた照明装置60の実施例である。光源62は発光ダイオード等の発光素子を2次元状に配置してなり、ハニカム状の光強度変換素子10が発光素子の配置に対応して配置される。各光強度変換素子10は発光素子の発散光を受けて均一な光強度分布の光を出射する。多くの光強度変換素子10が一平面内に配置されており、同平面内で均一な分布の光を出射することができる。従って、この照明装置は例えばディスプレイのバックライトとして使用され、光量損失なく所定方向に照度を上げることができる。また均一な光強度分布であることから、レンズ等で結像させても光源の点状分布にならないの



で、顕微鏡等の照明にLEDアレイ等を使用する場合に利用することができる。

【0045】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光強度変換素子は、任意の光強度分布の光を所望の光強度分布の光に変換できることから、波面収差を小さくでき、ビーム集光性やスポット形状を任意に設計することが可能になる。また、高出力光に強く、光量損失を減らすことができる。またこの光強度変換素子は、発散光を平行光にするコリメートレンズや、平行光を収束光に変換する対物レンズの代わりに使用できるので、光学装置の部品点数を増加することなく、波面収差を小さくしたり、ビームのスポット形状を小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例による光強度変換素子を示す断面図である。

【図2】図1の光強度変換素子に類似する光強度変換素子及びそれを通る複数の微小な光路を示す図である。

【図3】光強度変換素子の第1及び第2の曲面表面の決定を説明する図である。

【図4】光強度変換素子の第1及び第2の曲面表面の形状を示す図である。

【図5】図4の第1及び第2の曲面表面の傾きを示す図である。

【図6】レンズにおける正弦法則を示す図である。

【図7】図1及び図2の光強度変換素子を含む光ディスク装置の例を示す図である。

【図8】光強度変換素子を含む光ディスク装置の他の例を示す図である。

【図9】光強度変換素子の変形例を示す図である。

【図10】光強度変換素子の変形例を示す図である。

【図11】光強度変換素子の変形例を示す図である。

【図12】光強度変換素子の変形例を示す図である。

【図13】X軸方向とY軸方向とで異なった光強度分布の例を示す図である。

【図14】光強度分布の他の例を示す図である。

【図15】光強度変換素子の変形例を示す図である。

【図16】光強度変換素子の変形例を示す図である。

【図17】光ディスク装置の変形例を示す図である。

【図18】光ディスク装置の変形例を示す図である。

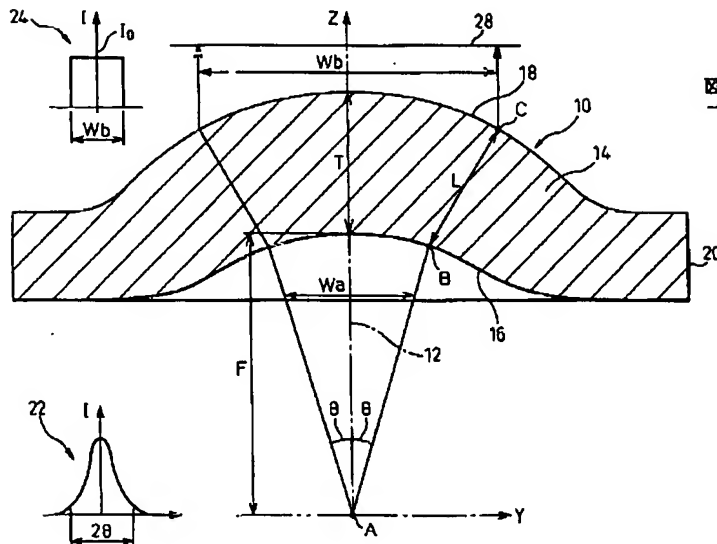
【図19】光ディスク装置の変形例を示す図である。

【図20】光強度変換素子を含む照明装置の例を示す図である。

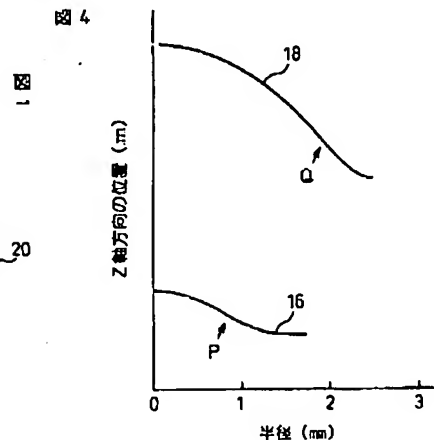
【符号の説明】

- 10…光強度変換素子
- 12…中心軸線
- 14…ボディ
- 16…第1の曲面表面
- 18…第2の曲面表面
- 20…外周面
- 22…ガウス型光強度分布
- 24…均一な光強度分布
- 26…平行平板

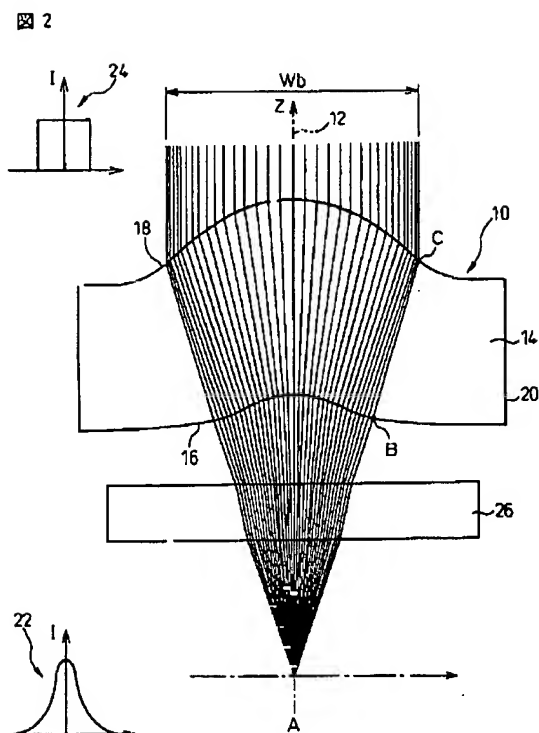
【図1】



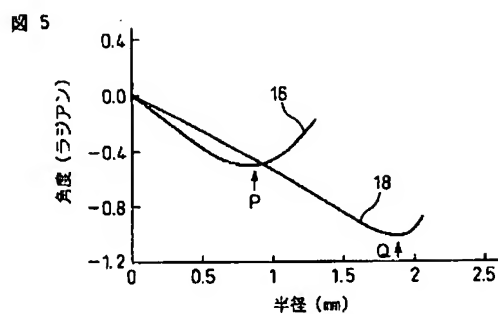
【図4】



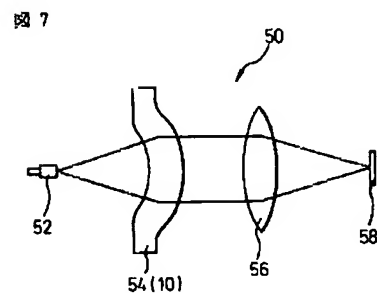
【図2】



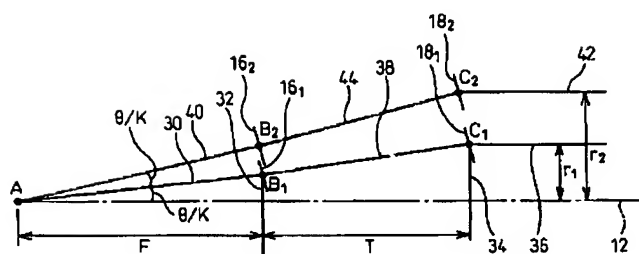
【図5】



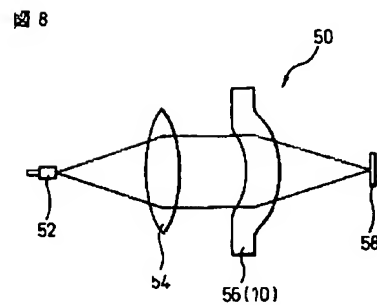
【図7】



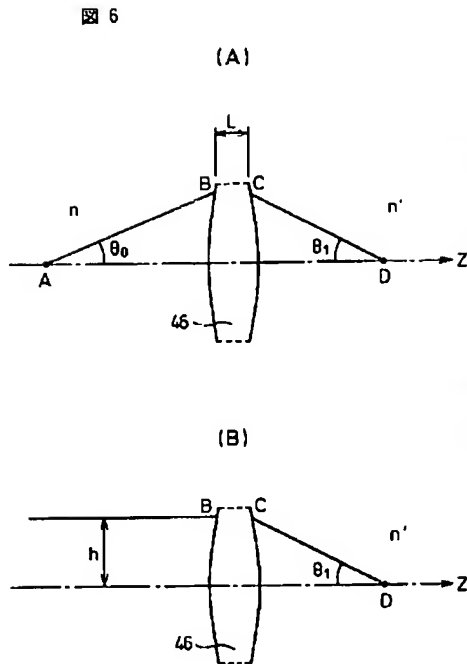
【図3】



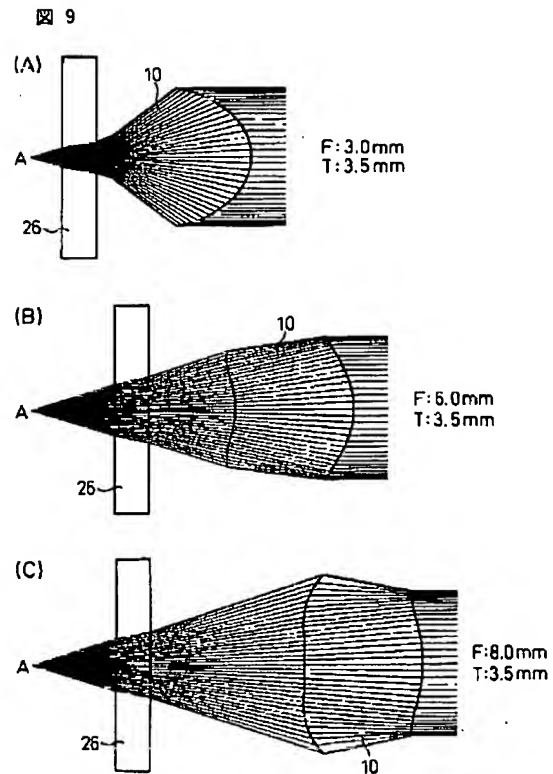
【図8】



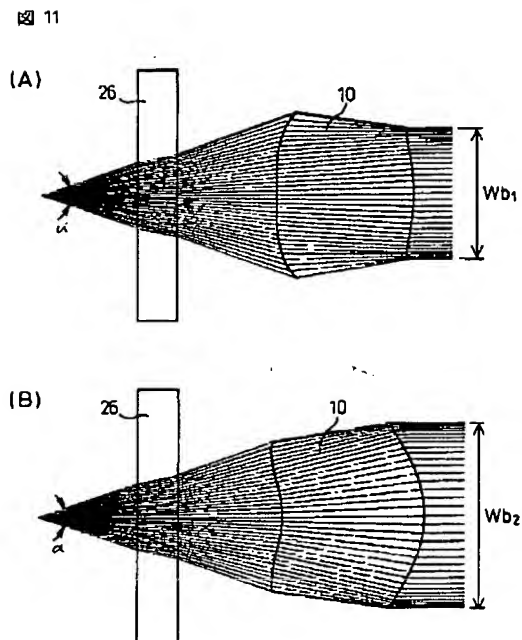
【図6】



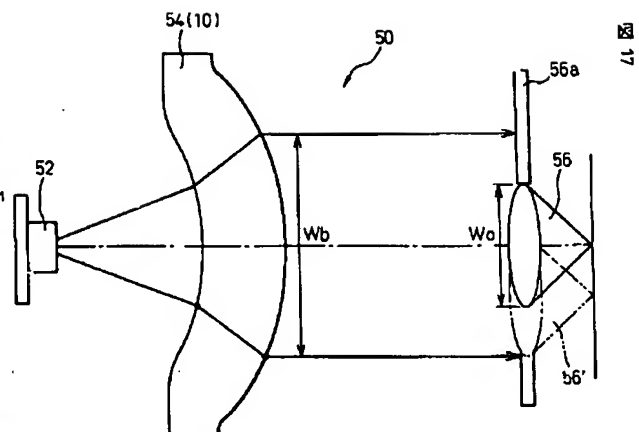
【図9】



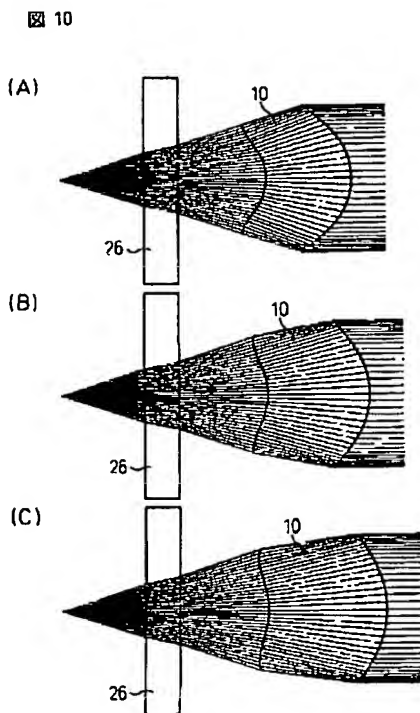
【図 1 1】



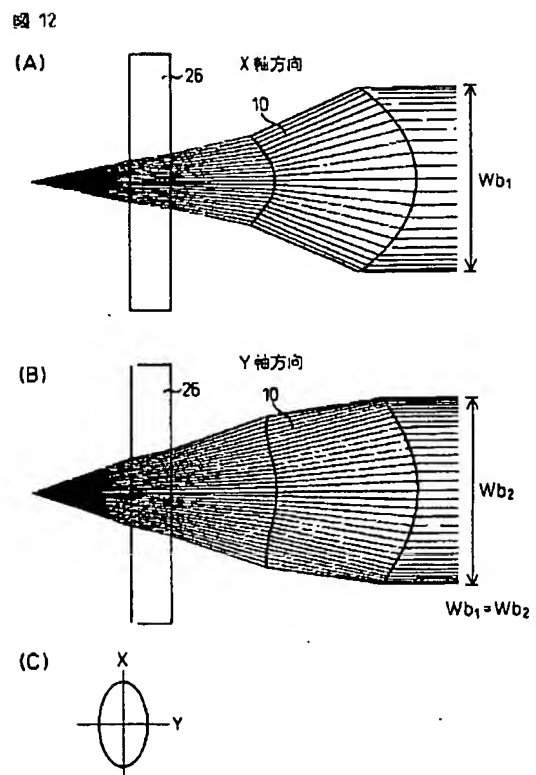
【図17】



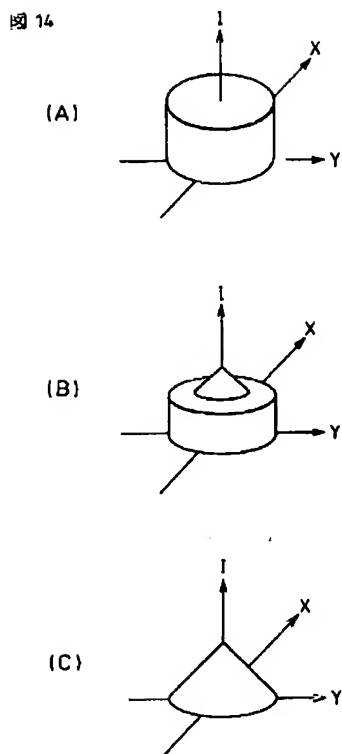
【図10】



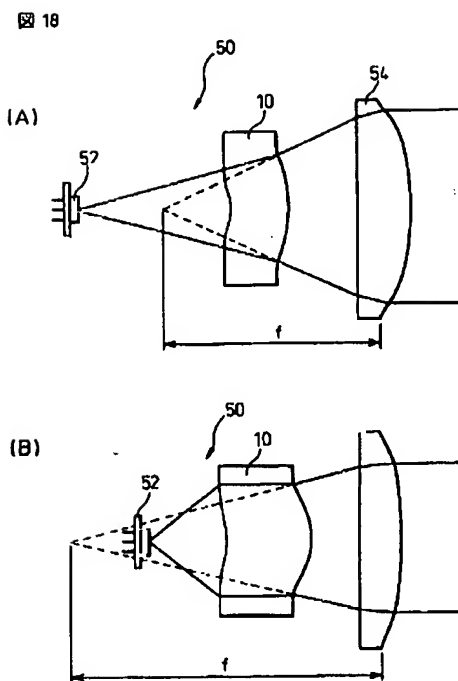
【図12】



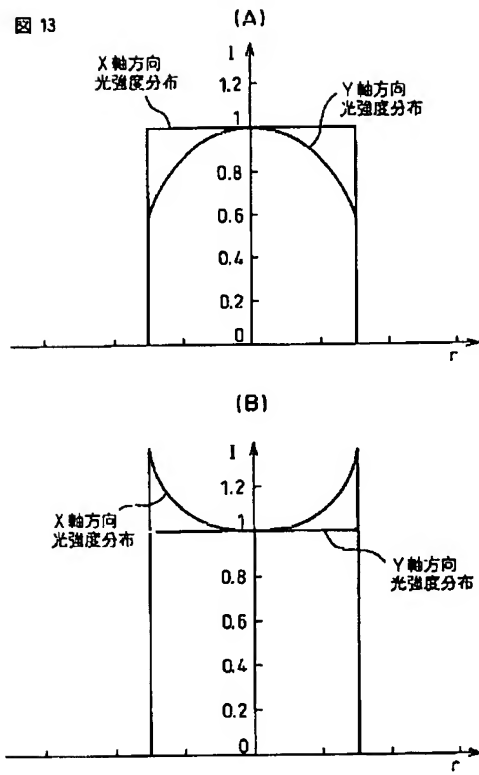
【図14】



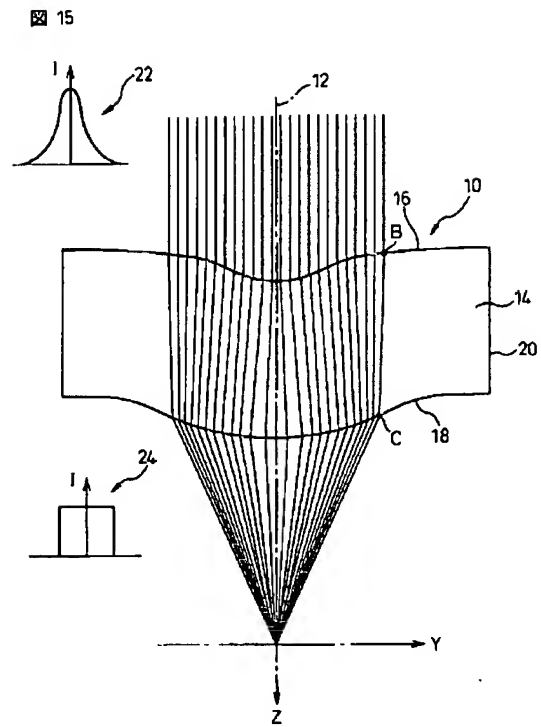
【図18】



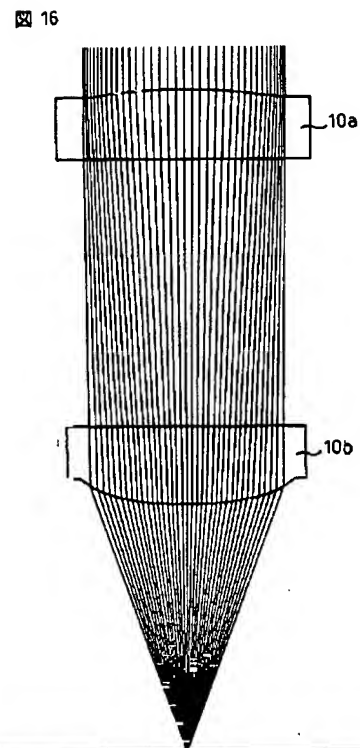
【圖13】



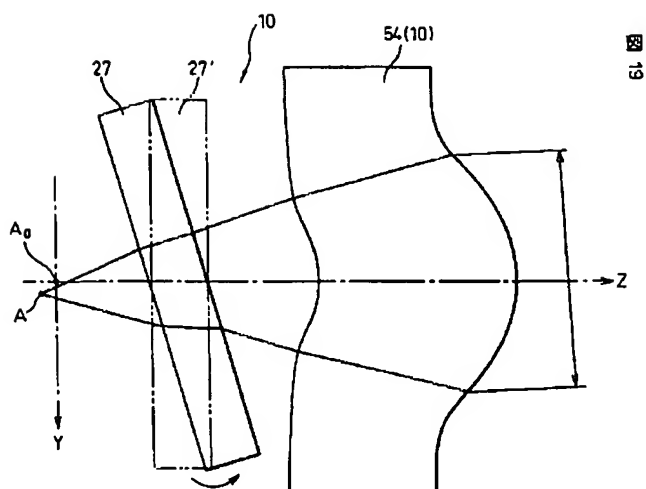
【圖15】



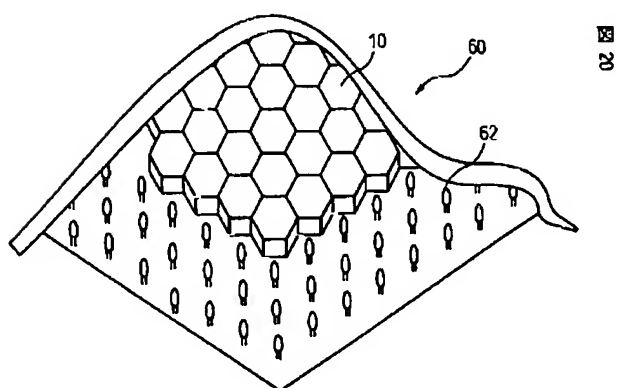
【圖16】



【図19】



【図20】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA13 LA01 LA24 LA25 PA01  
PA02 PA17 PB01 PB02 QA02  
QA03 QA06 QA07 RA03 RA12  
RA13